

鏡視下腱板修復術後の筋力回復に関連する要因と その予測因子の重回帰分析

柴橋広智*, 村川美幸*, 佐々木 健*, 結城一声*, **, 高窪祐弥*, **, 高木理彰*, **

*山形大学医学部附属病院リハビリテーション部

**山形大学医学部整形外科科学講座

(令和2年12月23日受理)

抄 録

【背景】鏡視下腱板修復術（ARCR）は低侵襲で患者への負担も少なく、良好な成績が報告されており、ARCR後のリハビリテーションにおいては、術後成績に影響を及ぼす要因を考慮しながら実施することで、更に良好な治療成績の獲得に繋がる可能性がある。そこで、本研究では、ARCR後6か月の肩筋力に及ぼす要因を明らかにすること、また、術後1年6か月の筋力を予測することを目的とした。

【方法】当院にてARCRを施行した104例、104肩の術前における疼痛、拘縮、断裂の大きさ、術後の筋力に関する情報を電子カルテから抽出した。肩の等尺性筋力は術後6か月後と術後1年6か月後に評価した。その評価法は、90度及び45度外転、下垂位外旋及び内旋の4方向に対し、ハンドヘルドダイナモメーターを使用してそれぞれ最大筋力を3回測定し平均値の健側比を求めた。統計学的分析は、重回帰分析を行い、術後6か月の筋力に影響する要因を分析した。また、術後1年6か月の筋力を予測するために、ROC曲線を描画し術後6か月の筋力のカットオフ値を求めた。

【結果】重回帰分析の結果、術後6か月の筋力に影響する要因は、術前の拘縮と断裂の大きさであった。術後1年6か月の筋力を予測するための術後6か月の筋力のカットオフ値は、90度外転位外転筋力が62.5%、45度外転位外転筋力が72.4%、下垂位外旋筋力が70.1%、下垂位内旋筋力が92.5%であった。

【結論】ARCR施行患者では、術前に拘縮がある場合や断裂が大きい場合に筋力の回復が遅れることを念頭に後療法を検討していくことが必要である。また、術後6か月時点でカットオフ値に達していない場合は、術後十分な筋力を獲得できない可能性があるため、筋力増強訓練や自主訓練の変更や強化を検討することが必要であると考えられた。

キーワード：腱板断裂、鏡視下手術、筋力、予後予測、回帰分析

緒 言

肩腱板断裂の過半数は無症候性だが、関節拘縮や筋力低下、疼痛や日常生活動作（activities of daily living：以下、ADL）の障害等をきたすこともある。治療法としては、薬剤治療や関節内注射により除痛を図り、関節可動域（range of motion：以下、ROM）訓練などを行う保存療法や、直視下または鏡視下での腱板修復術を行う観血的治療がある。その中でも、近年、鏡視下腱板修復術（arthroscopic rotator cuff repair：以下、ARCR）は、低侵襲で患者への負担も

少なく、術後には系統的なリハビリテーションが行われ、良好な成績が報告されている^{1)~3)}。

ARCR後のリハビリテーションにおいては、術後成績に影響を及ぼす要因を考慮しながら実施することで、更に良好な治療成績の獲得に繋がる可能性がある。そのため、これまでARCR後の成績に影響する要因について、複数の単変量解析による検討がなされてきており^{4)~13)}、また多変量解析を用いて検討している報告^{14), 15)}も散見されるが、ARCR後の肩筋力の具体的なカットオフ値を示し、予後予測について検討している報告はなかった。

そこで今回、術前・中・後の要因が肩筋力への程

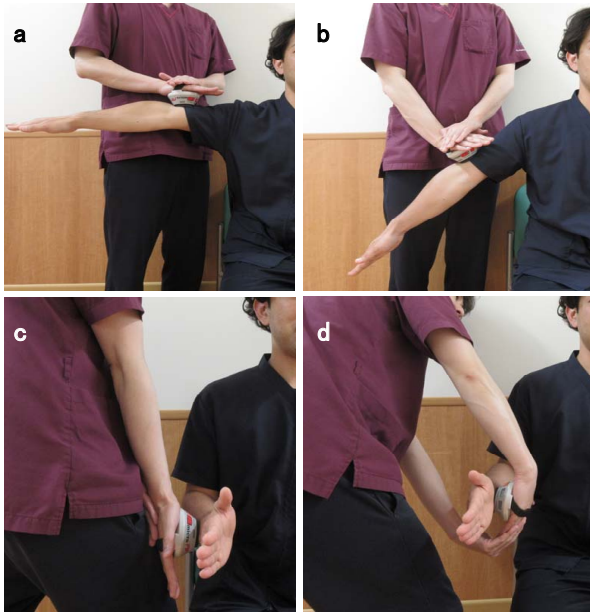


図1 肩等尺性筋力の測定

ハンドヘルドダイナモメーターを使用し、90度及び45度外転、下垂位外旋及び内旋の4方向に対し、それぞれ最大等尺性筋力を測定した。

a : 90度外転位外転筋力 b : 45度外転位外転筋力
c : 下垂位外旋筋力 d : 下垂位内旋筋力

度影響しているのかを多変量解析を用いて検討した。更にARCR後6か月時点で術後1年6か月の肩筋力を予測するためのカットオフ値を求め、ARCRのリハビリテーションについて考察することとした。

対象と方法

対象は2012年1月1日から2017年3月31日までに当院でARCRを行い、再断裂がなく術後1年6か月以上経過観察可能であった104例、104肩とした。内訳は男性68例、女性36例、術側は右69肩、左35肩、手術時平均年齢は64.1 ± 9.8歳であった。手術は当院に在籍している4名の整形外科医で執刀した。術式は、single-row法7例、double-row法34例、triple-row法1例、suture bridge法54例、部分修復3例、側々縫合が1例、不明4例であった。

術前の日中の痛み・夜間痛については、NRS (numerical rating scale) を用いて0から10までの11段階で評価した。術前の拘縮部位の数は、先行研究において統一された評価基準が存在しないため、本研究では肩関節屈曲・伸展・外転・内転・下垂位外旋及び内旋・90度外転位外旋及び内旋・水平屈曲・水平伸展の他動的ROMが、それぞれ健側と比較して20度以上

の差を認めた場合を「拘縮あり：1点」と定義をして、0点から10点まで点数化した。断裂筋と断裂の大きさについては、電子カルテと手術記録より情報を収集し、断裂の大きさはCofieldらの報告¹⁶⁾に基づいて分類した。なお、縦断裂などでCofieldらの分類で示すことができないものは「分類不可」、カルテや手術記録に断裂の大きさの記載が無いものに関しては「記載なし」とした。肩筋力は術後6か月と術後1年6か月に90度及び45度外転、下垂位外旋及び内旋の4方向(図1)に対し、ハンドヘルドダイナモメーター(Hoggan Health Industries社製、Micro FET 2™)を使用してそれぞれ最大等尺性筋力を3回測定し平均値の健側比を求めた。なお、肩筋力の測定は当院所属の8名の作業療法士が行った。

術後のリハビリテーションは、当院のプロトコル(表1)に則り実施した。主治医から指示があった場合は、運動開始時期などプロトコルの変更を行った。また、リハビリテーションは主治医の指示により終了し、術後6か月以降は半年に1回の肩筋力評価と生活指導を行い、術後2年まで経過観察した。

統計学的分析は、強制投入法による重回帰分析を行い、術後6か月の筋力に影響する要因を分析した。従属変数は術後6か月の4方向それぞれの筋力の健側比、独立変数はこれまでの報告^{4), 5), 9), 10)}を参考に、断裂の大きさ、術前の拘縮部位の数、断裂腱、疼痛、性別、年齢とした。筋力に関しては、大澤ら¹⁷⁾は肩腱板断裂修復後の機能を経時的に調査している研究で、術後2年の筋力の健側比は0.8 ± 0.3であったと報告している。本研究のデータは術後1年6か月と期間がやや及ばないため、4方向それぞれの筋力の健側比を75%タイルで「良好群」「不良群」と定義して2群に分け、受信者動作特性曲線(receiver operating characteristic curve: 以下、ROC曲線)を描画し、曲線下面積(area under the curve: 以下、AUC)と術後6か月の健側比のカットオフ値を算出した。なお、それぞれの分析において、各項目一つでも欠損値のある症例は除外したため、重回帰分析は90例、ROC曲線の描画とカットオフ値の算出は86例を対象に分析した。統計ソフトはEZR(ver1.38, Saitama Medical Center, Jichi Medical University)¹⁸⁾を用い、統計学的有意水準は全て5%とした($p < 0.05$)。

本研究は山形大学医学部倫理審査委員会の承認(第2018-448号)を得て行った。

表1 リハビリテーションプロトコル

時期	内容
手術翌日	肘関節以遠のROM訓練
術後3週	仰臥位にて他動屈曲・外旋のROM訓練開始
術後6週	装具除去、伸展・内旋・結帯動作、下垂位でのADL開始
術後8週から	腱板強化訓練（棘上筋・棘下筋・肩甲下筋）、他動滑車運動開始
術後10週から	自動滑車運動開始
術後12週から	自動前方挙上訓練、肩甲骨安定化訓練開始
術後3か月から	軽作業許可
術後6か月から	重作業許可

ROM（range of motion）：関節可動域
ADL（activities of daily living）：日常生活動作

結 果

基本属性と各評価項目（表2）の結果では、対象者の年齢分布は60歳以上が75%（78/104）を占め、その中で80歳以上も3%（3/108）と僅かながら存在した。Cofieldらの分類¹⁶⁾による断裂の大きさは、小断裂6例、中断裂42例、大断裂32例、広範囲断裂16例で、中断裂を超えるものが86.6%（90/104）であった。断裂腱板は棘上筋腱（supraspinatus：以下、SSP）単独の断裂例とSSPと棘下筋腱（infraspinatus：以下、ISP）の両方を断裂しているもので70%を超えていた。日中の疼痛については、NRSで4以上が66.3%（69/104）であった。夜間痛は、NRSで0（疼痛なし）と回答した患者が9.6%（10/104）であった。しかし、NRSで1以上の回答は88.5%（92/104）と幅広く分布しており、多くの患者が疼痛を抱えている状況であった。術前の拘縮部位の数は、1から3点が最も多く、4から6点まで含めると78.9%であり、0点の患者も12.5%存在していた。日本整形外科学会肩関節疾患治療成績判定基準（The Japanese Orthopaedic Association score：JOAスコア）は術前に比べ改善を認めており、リハビリテーション介入期間の中央値は227日であった。拘縮を認めた運動方向については、屈曲、外転、水平屈曲、水平伸展、下垂位外旋、90度外転位外旋が多かった（表3）。術後6か月と1年6か月の筋力をみると、改善を認めてはいるが、90度外転、45度外転、下垂位外旋筋力においては健側の筋力までには至っていなかった（表4）。

重回帰分析の結果、90度外転位外転筋力に有意に影響していたのは、術前の拘縮部位の数（95%CI：-0.055～-0.013、 $p < 0.01$ ）であった。45度外転位外

転筋力に有意に影響していたのは断裂の大きさ（95%CI：-0.155～-0.015、 $p < 0.05$ ）と術前の拘縮部位の数（95%CI：-0.048～-0.010、 $p < 0.01$ ）であった。下垂位外旋筋力に有意に影響していた項目はなかった。しかし、断裂の大きさ（95%CI：-0.224～0.001、 $p = 0.052$ ）と術前の拘縮部位の数（95%CI：-0.060～0.001、 $p = 0.062$ ）が有意傾向であった。下垂位内旋筋力に有意に影響していたのは、断裂の大きさ（95%CI：-0.102～-0.009、 $p < 0.05$ ）、SSP + ISP断裂（95%CI：0.011～0.236、 $p < 0.05$ ）、術前の拘縮部位の数（95%CI：-0.038～-0.013、 $p < 0.01$ ）であった（表5）。

術後1年6か月の筋力を予測するためにROC曲線を描画したところ、得られた術後6か月の筋力のカットオフ値は、90度外転位外転筋力が62.5%（AUC 0.86、特異度65.6%、感度90.9%）、45度外転位外転筋力が72.4%（AUC 0.83、特異度71.9%、感度86.4%）、下垂位外旋筋力が70.1%（AUC 0.81、特異度75.4%、感度76.2%）、下垂位内旋筋力が92.5%（AUC 0.69、特異度70.3%、感度63.6%）であった（図2）。

考 察

ARCR後の筋力には様々な要因が影響する可能性がある。そのため、今回、ARCR後の筋力に影響する要因を抽出するために、多変量解析を用い複数の交絡因子を調整し分析したところ、90度外転位外転、45度外転位外転、下垂位内旋の運動方向で測定した筋力には共通して術前の拘縮部位の数と断裂の大きさが有意に影響するという結果であった。この結果は、単変量解析を用いた過去の報告^{4), 5), 8), 10)}と類似しており、これらを支持するものであった。

表2 対象者の基本属性と各評価項目

	n	%
性別		
男性	68	65.4
女性	36	34.6
術側		
右	69	66.3
左	35	33.7
年齢分布		
39歳以下	1	0.9
40 - 49	9	8.7
50 - 59	16	15.4
60 - 69	45	43.3
70 - 79	30	28.8
80歳以上	3	2.9
断裂の大きさ (Cofieldらの分類)		
小断裂 (1cm未満)	6	5.8
中断裂 (1cm以上3cm未満)	42	40.4
大断裂 (3cm以上cm未満)	32	30.8
広範囲断裂 (5cm以上)	16	15.4
分類不可	8	7.7
断裂筋		
SSP	43	41.3
SSP + ISP	33	31.7
SSP + SSC	7	6.7
SSP + ISP + SSC	15	14.4
SSC	4	3.8
記載なし	2	1.9
疼痛 (NRS : 0 - 10)		
日中		
0	4	3.8
1 - 3	29	27.9
4 - 6	46	44.2
7 - 9	22	21.2
10	1	0.9
記載なし	2	1.9
夜間		
0	10	9.6
1 - 3	32	30.8
4 - 6	24	23.1
7 - 9	20	19.2
10	16	15.4
記載なし	2	1.9
拘縮 (点)		
0	13	12.5
1 - 3	50	48.1
4 - 6	32	30.8
7 - 10	9	8.7
JOAスコア (点) (IQR)		
術前	68 (58 - 73)	
術後1年6か月	94 (88 - 97)	
リハビリ介入期間 (日) (IQR)	227 (182 - 364)	
SSP (supraspinatus) : 棘上筋		
ISP (infraspinatus) : 棘下筋		
SSC (subscapularis) : 肩甲下筋		
NRS (numerical rating scale)		
IQR (interquartile range) : 四分位範囲		

表3 拘縮を認めた運動方向 (重複あり)

	n	%
屈曲	49	15.2
伸展	17	5.3
外転	48	14.9
内転	0	0.0
水平屈曲	40	12.4
水平伸展	44	13.7
下垂位外旋	42	13.0
下垂位内旋	10	3.1
90度外転位外旋	44	13.7
90度外転位内旋	28	8.7

術前の拘縮が筋力に影響する原因として、腱板断裂を生じた後の疼痛により使用頻度が下がり、肩関節の拘縮が生じて、廃用性の筋力低下を引き起こした可能性が考えられる。術前に拘縮を残したまま、手術に臨むことは、術後の安静固定と運動制限により、更なる拘縮悪化が懸念される。国分ら⁴⁾は術前にリハビリテーションなどの十分な保存療法を行いROMの改善を図るべきと述べており、術前から適切なリハビリテーションの介入により機能障害を改善させるように努め手術に繋げることが必要と考える。しかし、術前保存療法に抵抗を示す場合や、リハビリテーションスタッフのマンパワー不足により、術前リハビリテーションが十分に行えない場合は、適宜機能評価による効果判定を行い、治療の限界を見極める必要がある。これまで、術前拘縮残存例に対してのARCRは術中の関節包切離術を併用することで非拘縮例に対するARCRと同等の成績が得られると報告されている^{4), 8), 11), 19)}。このことから、もし拘縮が残存している症例で、観血的治療となる場合は、主治医と相談し関節包切離術などの併用を検討することが必要と考える。

断裂の大きさに関しては、過去の複数の研究^{5), 9), 10)}において術後成績に影響すると報告されていることから、術前、及び術中に、断裂が大きいことが判明した場合には、筋力回復に時間を要することを念頭に置き、通常のリハビリテーションの経過観察期間を数か月延長し、特に低下している筋に関して筋力増強訓練を継続するなどの対処が必要と考える。

術後1年6か月の筋力の予後予測するための、術後6か月における筋力のカットオフ値については、下垂位内旋位筋力のAUCが0.69とやや予測能の精度が低めではあったが、90度外転位外転、45度外転位外転、下垂位外旋では0.7以上と中等度の予測能で示す

鏡視下腱板修復術後の筋力回復に関連する要因

表4 術後6か月と1年6か月での各4方向の肩筋力

	術後6か月			術後1年6か月		
	筋力 (IQR) (単位: N)		健側比 (IQR)	筋力 (IQR) (単位: N)		健側比 (IQR)
	健側	手術側		健側	手術側	
90度外転位外転筋力	115.4(89.0 - 147.0)	67.1(48.0 - 88.3)	0.62(0.46 - 0.77)	112.3(85.9 - 144.5)	88.3(62.2 - 114.7)	0.78(0.68 - 0.93)
45度外転位外転筋力	118.4(95.0 - 150.0)	79.3(58.8 - 106.0)	0.68(0.56 - 0.81)	117.0(87.7 - 142.6)	101.3(73.0 - 129.4)	0.85(0.74 - 0.97)
下垂位外旋筋力	90.8(67.9 - 106.6)	57.0(41.7 - 76.1)	0.66(0.53 - 0.77)	84.6(70.8 - 101.7)	69.7(49.7 - 84.7)	0.81(0.67 - 0.92)
下垂位内旋筋力	123.7(104.0 - 160.1)	113.5(86.7 - 138.6)	0.90(0.80 - 0.99)	123.0(104.7 - 160.5)	118.0(100.0 - 155.4)	0.98(0.89 - 1.08)

IQR (interquartile range) : 四分位範囲

表5 術後6か月の各筋力に影響する要因 (n = 90)

a. 90度外転位外転筋力

	偏回帰係数	標準回帰係数	95%CI	p値	VIF
性別	-0.085	-0.174	-0.188~0.018	0.103	1.31
年齢	0.001	-0.028	-0.005~0.006	0.798	1.43
断裂大きさ	-0.071	-0.251	-0.148~0.006	0.070	2.19
SSP	0.017	0.037	-0.156~0.191	0.842	3.94
SSP + ISP	0.010	-0.020	-0.176~0.196	0.915	4.19
SSP + ISP + SSC	-0.111	-0.171	-0.320~0.098	0.295	3.07
疼痛 (昼)	-0.016	-0.137	-0.040~0.009	0.207	1.35
疼痛 (夜)	0.010	0.134	-0.006~0.025	0.222	1.38
術前の拘縮部位の数	-0.034	-0.334	-0.055~-0.013	0.002	1.29
決定係数R ² = 0.32			自由度調整済み決定係数R ² = 0.24		

b. 45度外転位外転筋力

	偏回帰係数	標準回帰係数	95%CI	p値	VIF
性別	-0.083	-0.193	-0.176~0.010	0.080	1.31
年齢	-0.002	-0.078	-0.007~0.003	0.495	1.43
断裂大きさ	-0.085	-0.342	-0.155~-0.015	0.017	2.19
SSP	0.007	0.016	-0.150~0.164	0.931	3.94
SSP + ISP	0.028	0.065	-0.140~0.197	0.739	4.19
SSP + ISP + SSC	0.030	0.052	-0.159~0.219	0.754	3.07
疼痛 (昼)	-0.014	-0.138	-0.036~0.008	0.215	1.35
疼痛 (夜)	0.004	0.060	-0.010~0.018	0.592	1.38
術前の拘縮部位の数	-0.029	-0.325	-0.048~-0.010	0.003	1.29
決定係数R ² = 0.28			自由度調整済み決定係数R ² = 0.20		

c. 下垂位外旋筋力

	偏回帰係数	標準回帰係数	95%CI	p値	VIF
性別	-0.129	-0.191	-0.278~0.021	0.091	1.31
年齢	0.000	0.006	-0.008~0.008	0.956	1.43
断裂大きさ	-0.111	-0.284	-0.224~0.001	0.052	2.19
SSP	0.084	0.128	-0.169~0.337	0.511	3.94
SSP + ISP	-0.005	-0.008	-0.276~0.266	0.970	4.19
SSP + ISP + SSC	0.013	0.014	-0.292~0.317	0.934	3.07
疼痛 (昼)	-0.011	-0.068	-0.047~0.025	0.550	1.35
疼痛 (夜)	0.017	0.172	-0.006~0.040	0.137	1.38
術前の拘縮部位の数	-0.029	-0.209	-0.060~0.001	0.062	1.29
決定係数R ² = 0.24			自由度調整済み決定係数R ² = 0.16		

d. 下垂位内旋筋力

	偏回帰係数	標準回帰係数	95%CI	p値	VIF
性別	-0.019	-0.070	-0.082~0.042	0.529	1.31
年齢	-0.003	-0.191	-0.006~0.001	0.103	1.43
断裂大きさ	-0.056	-0.342	-0.102~-0.009	0.019	2.19
SSP	0.018	0.064	-0.087~0.123	0.740	3.94
SSP + ISP	0.124	0.434	0.011~0.236	0.031	4.19
SSP + ISP + SSC	0.107	0.287	-0.019~0.234	0.095	3.07
疼痛 (昼)	0.003	0.044	-0.012~0.018	0.699	1.35
疼痛 (夜)	-0.002	-0.049	-0.011~0.007	0.669	1.38
術前の拘縮部位の数	-0.025	-0.437	-0.038~-0.013	0.000	1.29
決定係数R ² = 0.25			自由度調整済み決定係数R ² = 0.17		

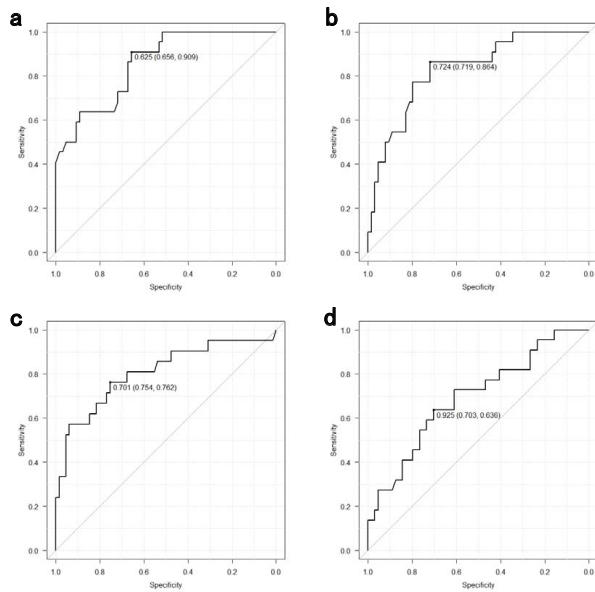


図2 ROC曲線 (Receiver Operating Characteristic curve)

術後1年6か月の筋力を予測するために、90度及び45度外転、下垂位外旋及び内旋の4方向それぞれの筋力の健側比を75%タイドで「良好群」「不良群」と定義して2群に分け、ROC曲線を描画し、術後6か月の健側比のカットオフ値を算出した。

図内の数値はカットオフ値 (特異度、感度)

a : 90度外転位外転筋力 b : 45度外転位外転筋力
c : 下垂位外旋筋力 d : 下垂位内旋筋力

ことができた。これまで、腱板断裂修復術後の肩外転及び外旋筋力に関しては、術後1年で健側の約80%から90%に改善したと報告されている^{20), 21)}。今回、算出した術後1年6か月後における各筋力の健側比の75%タイドは90%を超えていた。これは、過去の報告に比べ6か月が経過していることを考慮すると、目標とすべきカットオフ値としては概ね妥当な数値と考えられ、有用な予測ツールとなり得る可能性が示唆された。もし、術後6か月の時点でカットオフ値に至っていない場合は、十分な筋力を獲得できない可能性があるため、筋力増強訓練や自主訓練の継続を検討する必要があると考える。

今回の重回帰分析の結果において、下垂位内旋の筋力には本来主動作筋として機能する肩甲下筋を伴う断裂は影響していなかった。これは、下垂位内旋運動には大円筋や補助筋である大胸筋、広背筋の影響により筋力が保たれていた可能性が考えられる。

本研究の限界として、単施設での後方視的調査のため症例数が少なく、多変量解析において投入できる独立変数の数が制限されたこと、健側の腱板評価を行っていないこと、腱板断裂の大きさの評価に関して評価

者や測定条件が一定していないことが挙げられる。また、これまで指摘されている術後の関節拘縮²²⁾や糖尿病^{6), 7)}が術後成績に与える影響についても検討できなかった。更に、患者立脚型のアウトカム評価やADL評価を用いておらず、腱板の筋力低下がどの程度実際のADLへ影響を及ぼしているか把握できていない。今後は、症例数を増やし、術式の違い、術後の関節拘縮、関節包切離術の有無、腱板筋の脂肪変性、筋萎縮、反対側の腱板断裂の有無、糖尿病などの変数や断裂の大きさに関して評価基準を検討することと、患者立脚型アウトカムやADL評価などを用いて、より生活状況に即した観点から腱板修復術後の筋力回復の要因とその予測因子について考察していく必要があると考える。

謝 辞

本論文を執筆するにあたり、データ収集にご協力いただいた山形大学医学部整形外科学講座、および山形大学医学部附属病院リハビリテーション部のスタッフの皆様に深謝いたします。

文 献

1. Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE Jr: Arthroscopic rotator cuff repair: analysis of results by tear size and by repair technique—margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy* 2001; 17: 905-912
2. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J: Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 953-960
3. Nho SJ, Shindle MK, Sherman SL, Freedman KB, Lyman S, MacGillivray JD: Systematic review of arthroscopic rotator cuff repair and mini-open rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 127-136
4. 国分毅, 名倉一成, 豊川成和, 乾淳幸, 坂田亮介, 藤岡宏幸: 鏡視下腱板修復術の術後成績—術前拘縮の影響について—. *肩関節* 2009; 33: 389-392
5. Cho NS, Rhee YG: The factors affecting the clinical outcome and integrity of arthroscopically repaired rotator cuff tears of the shoulder. *Clin Orthop Surg* 2009; 1: 96-104
6. Clement ND, Hallett A, MacDonald D, Howie C, McBernie J: Does diabetes affect outcome after arthroscopic repair of the rotator cuff?. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92: 1112-1117

7. Andrew AL, Shapiro JA, Ahn AK, Zuckerman JD, Cuomo F: Rotator cuff repair in patients with type I diabetes mellitus. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12: 416-421
8. Tauro JC: Stiffness and rotator cuff tears: incidence, arthroscopic findings, and treatment results. *Arthroscopy* 2006; 22: 581-586
9. Levy O, Venkateswaran B, Even T, Ravenscroft M, Copeland S: Mid-term clinical and sonographic outcome of arthroscopic repair of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1341-1347
10. Ozbaydar MU, Tonbul M, Tekin AC, Yalaman O: Arthroscopic rotator cuff repair evaluation of outcomes and analysis of prognostic factors. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007; 41: 169-174
11. 岩堀裕介, 梶田幸宏, 佐藤啓二, 花村浩克, 筒井求, 加藤真: 鏡視下腱板修復術の術後成績—術前関節拘縮の有無による比較—, *肩関節* 2011; 35: 449-452
12. Shin SJ, Chung J, Lee J, Ko YW: Recovery of muscle strength after intact arthroscopic rotator cuff repair according to preoperative rotator cuff tear size. *Am J Sports Med* 2016; 44: 972-980
13. Oh JH, Yoon JP, Kim DH, Chung SW, Kim JY, Lee HJ, et al.: Does strength deficit correlate with shoulder function in patients with rotator cuff tears? Characteristics of massive tears. *J shoulder Elbow Surg* 2019; 28: 1861-1868
14. Millett PJ, Espinoza C, Horan MP, Ho CP, Warth RJ, Dornan GJ, Katthagen JC: Predictors of outcomes after arthroscopic transosseous equivalent rotator cuff repair in 155 cases: a propensity score weighted analysis of knotted and knotless self-reinforcing repair techniques at a minimum of 2 years. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; 137: 1399-1408
15. Haviv B, Rutenberg TF, Yaari L, Khatib M, Rath E, Yassin M: Which patients are less likely to improve after arthroscopic rotator cuff repair?. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2019; 53: 356-359
16. Cofield RH, Parvizi J, Hoffmeyer PJ, Lanzer WL, Ilstrup DM, Rowland CM: Surgical repair of chronic rotator cuff tears. A prospective long-term study. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 71-77
17. 大澤貴志, 大沢敏久, 鈴木秀喜, 石川隆, 荒牧雅之, 饗場佐知子, 他: 肩腱板断裂修復後の経時的観察. *肩関節* 2005; 29: 347-350
18. Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 2013; 48: 452-458
19. Oh JH, Kim SH, Lee HK, Jo KH, Bin SW, Gong HS: Moderate preoperative shoulder stiffness does not alter the clinical outcome of rotator cuff repair with arthroscopic release and manipulation. *Arthroscopy* 2008; 24: 983-991
20. 小室透, 米田稔, 関博, 加賀谷圭子, 埜口博司: 肩腱板断裂修復術後の筋力回復と筋力回復訓練上の留意点. *肩関節* 1998; 22: 319-322
21. Rokito AS, Zuckerman JD, Gallagher MA, Cuomo F: Strength after surgical repair of the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5: 12-17
22. Millican CR, Lam PH, Murrell GAC: Shoulder stiffness after rotator cuff repair: the fate of stiff shoulders up to 9 years after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2020; 29: 1323-1331

Multiple regression analysis of the predictive factors of muscle recovery following arthroscopic rotator cuff repair

Hiroto Shihashi*, Miyuki Murakawa*, Takeshi Sasaki*, Issei Yuki*, **,
Yuya Takakubo*, **, Michiaki Takagi*, **

*Department of Rehabilitation, Yamagata University Hospital

**Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University Faculty of Medicine

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to determine the factors affecting rotator cuff muscle strength and to predict muscle strength 18 months after the arthroscopic rotator cuff repair (ARCR) surgery.

Methods: We retrospectively identified 104 patients who underwent ARCR at our hospital between January 1, 2012, and March 31, 2017. We extracted patient data pertaining to preoperative pain, range of motion and tear size, and muscle strength at both 6 and 18 months after surgery. We used multiple linear regression, constructed a receiver operating characteristic curve, and predicted muscle strength 18 months after surgery. We obtained cutoff values for muscle strength 6 months after surgery.

Results: Multiple linear regression analysis revealed that the factors affecting muscle strength 6 months after ARCR were the number of contracture sites and tear size. Six months postoperatively, the cutoff values of muscle strength were 62.5% during 90° abduction, 72.4% during 45° abduction, 70.1% during external rotation, and 92.5% during internal rotation.

Conclusion: After ARCR, postoperative therapy should be considered as muscle recovery may be delayed if there is preoperative contracture and a large tear. In addition, if the cutoff values have not been achieved 6 months postoperatively, it may not be possible to obtain sufficient muscle strength. It is necessary to consider continuing muscle strength training or independent training.

Keywords: rotator cuff tear, arthroscopic surgery, muscle strength, prognosis prediction, regression analysis